

translation
attached

①

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 655 926 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.01.1998 Patentblatt 1998/05

(51) Int. Cl.⁶: **A61K 38/00**, C07K 2/00,
C07K 4/00, C07K 14/00,
C07K 16/00

(21) Anmeldenummer: 93917719.2

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP93/02051

(22) Anmeldetag: 02.08.1993

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 94/03196 (17.02.1994 Gazette 1994/05)

(54) NEUE SONDE ZUR TUMORDIAGNOSTIK ODER TUMORTHERAPIE

NEW TUMOR DIAGNOSING OR THERAPEUTICAL PROBE

NOUVELLE SONDE UTILISEE POUR DIAGNOSTIQUER OU TRAITER DES TUMEURS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IE IT LI NL SE

(30) Priorität: 03.08.1992 DE 4225569

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.06.1995 Patentblatt 1995/23

(73) Patentinhaber:
MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V.
14195 Berlin (DE)

(72) Erfinder:
• GRUSS, Peter
D-37085 Göttingen (DE)
• MAULBECKER, Catharina
CH-8044 Zürich (CH)

(74) Vertreter:
Böhm, Brigitte, Dipl.-Chem. Dr. et al
Patentanwälte
Weickmann & Partner
Postfach 86 08 20
81635 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-91/09974 WO-A-92/13949

- CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 118, no. 13, 29. März 1993, Columbus, Ohio, US; abstract no. 117821q, & BIOCHEM. SOC. TRANS. Bd. 20, Nr. 1, 1992 Seite 29S J.M. FEATHERSTONE ET AL. 'ISOLATION OF A GENE FROM XENOPUS BOREALIS CONTAINING A PAIRED BOX.'
- MEDLINE AN=92001534 (KARLSRUHE) & MECH. DEV. Bd. 31, Nr. 1, März 1991 Seiten 29 - 41 OPSTELTEN D.J. ET AL. 'THE MOUSE HOMEOBOX GENE, S8, IS EXPRESSED DURING EMBRYOGENESIS PREDOMINANTLY IN MESENCHYME.'
- PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF USA Bd. 89, Nr. 11, Februar 1992, WASHINGTON US Seiten 1179 - 1183 G. R. DRESSLER ET AL. 'PAX-2 IS A DNA-BINDING PROTEIN EXPRESSED IN EMBRYONIC KIDNEY AND WILMS TUMOR.'
- DATABASE MEDLINE US NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (NLM), BETHESDA, MD, US AN=92120664 & GENOMICS Bd. 11, Nr. 2, Oktober 1991 Seiten 424 - 434 C. WALTHER ET AL. 'PAX: A MURINE MULTIGENE FAMILY OF PAIRED BOX-CONTAINING GENES.'
- NATURE Bd. 360, Nr. 6399, 5. November 1992, LONDON GB Seiten 87 - 89 S. KRAUSS ET AL. 'ZEBRAFISH PAX B IS INVOLVED IN THE FORMATION OF THE MIDBRAIN-HINDBRAIN BOUNDARY.'

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 655 926 B1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines neuen therapeutischen oder diagnostischen Mittels, das als Wirksubstanz mindestens eine Nukleinsäure enthält, und insbesondere zur in vitro Diagnostik von Tumoren geeignet ist.

Proteine, die eine Homöobox enthalten, spielen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von vielzelligem differenziertem Gewebe. Man nimmt an, daß die transkriptionale Regulation durch die Homöoboxproteine die genaue räumliche und zeitliche Abfolge von Wachstum und Differenzierung in dem sich entwickelnden Embryo koordiniert. Aus der Literatur (siehe z. B. K. Kongsuwan, J. M. Adams, *Nucleic Acids Res.* 17 (1989), 1881-1891; C. Blatt, D. Aberdam, R. Schwartz, L. Sachs, *EMBO J.* 7 (1988), 4283-4290; C. Blatt, *Cancer Cells* 2 (1990), 186-189; T. H. Rabbitts *Cell* 647 (1991), 641-644; A. W. Sasaki, J. Doskow, C. L. Macleod, M. B. Rodgers, L. J. Goudas, M. F. Wilkinson, *MOD34* (1991), 155-164) ist bekannt, daß einige Homöobox-enthaltende Gene mit der Onkogenese in Zusammenhang stehen.

Eine Multigenfamilie, die ein gemeinsames konserviertes Sequenzmotiv, die "Paired"-Box aufweist, steht ebenfalls mit der Entwicklungskontrolle und der Gewebespezifität in verschiedenen Organismen im Zusammenhang. Die von der "Paired"-Box kodierte "Paired"-Domäne stellt eine DNA-bindende Domäne dar (J. Treisman, E. Harris, C. Desplan, *Genes. Dev.* 5 (1991), 594-604; G. Chalepakakis, R. Fritsch, H. Fickenscher, O. Deutsch, M. Goulding, P. Gruss, *Cell* 66 (1991), 873-884) und wurde in verschiedenen Organismen, wie etwa *Drosophila*, Maus, Schildkröte, Zebrafisch, Nematoden und Menschen identifiziert. Ein Zusammenhang der "Paired"-Domäne mit der Onkogenese war bisher nicht bekannt.

In der medizinischen Forschung werden große Anstrengungen auf die Bereitstellung neuer therapeutischer und diagnostischer Mittel im Zusammenhang mit der Entstehung von Tumoren unternommen. Aufgabe der vorliegenden Erfindung war die Bereitstellung eines neuen Mittels, das insbesondere zur Diagnose und Therapie von Tumoren geeignet ist.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung eines Mittels zur Tumordiagnostik oder/und Tumorthherapie gelöst, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man eine Wirksubstanz, die

- (a) mindestens eine Nukleinsäure, die mit einem Pax-Gen hybridisiert,
- (b) mindestens ein Pax-Protein, oder/und
- (c) mindestens einen Antikörper gegen ein Pax-Protein oder ein Derivat davon enthält,

gegebenenfalls mit pharmazeutisch üblichen Träger-, Hilfs- und Verdünnungsmitteln formuliert.

Überraschenderweise wurde festgestellt, daß Pax-Proteine, d.h. Proteine, welche die "Paired"-Domäne enthalten, die Onkogenese fördern können und somit als neue Gruppe von starken Onkoproteinen klassifiziert werden können, welche die Zellproliferation, das Verankerungs-unabhängige Wachstum und die Angiogenese induzieren. Es wurde festgestellt, daß mit Pax-Genen transformierte Zellen alle klassischen Malignitätsmerkmale, wie z.B. Kontaktinhibition im "Focusassay", Wachstum in Weichagar und Tumorinduzierung in der Nacktmaus zeigten.

Das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte therapeutische oder diagnostische Mittel kann somit als molekulare Sonde in der Tumordiagnostik eingesetzt werden, da die Verwendung einer Nukleinsäure, die mit einer für ein Pax-Protein kodierenden Nukleotidsequenz hybridisiert, eine qualitative und quantitative, zell- und gewebspezifische Bestimmung der Expression des jeweiligen Pax-Gens ermöglicht.

Das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Mittel ist jedoch auch als Antisense-Nukleinsäure zur spezifischen Hemmung der Expression von Genen, welche die Pax-Sequenz enthalten, und somit auch als therapeutisches Mittel geeignet.

Ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Mittel muß zum diagnostischen Nachweis oder/und zur therapeutischen Behandlung mindestens eine Nukleinsäure enthalten, welche eine Bindung mit einem Pax-Gen eingeht. Vorzugsweise hybridisiert die erfindungsgemäße Nukleinsäure unter "stringenten Bedingungen" an ein Pax-Gen. Stringente Bedingungen im Sinne der vorliegenden Erfindung sind als solche Bedingungen definiert, die eine selektive und nachweisbare spezifische Bindung der Nukleinsäure an ein bestimmtes oder mehrere Pax-Gene oder Pax-Transkripte ermöglichen. Eine derartige Hybridisierung unter stringenten Bedingungen bedeutet vorzugsweise, daß nach einer Hybridisierung bei 68° C in einer wäßrigen Lösung oder bei 42° C in 50 % Formamid und anschließend einer Waschen des Filters bei 65° C in einer wäßrigen Lösung noch eine Bindung der Sonde an das Pax-Gen oder die Pax-RNA nachweisbar ist. Bei Verwendung von kürzeren Nukleinsäuren als Sonden kann es jedoch erforderlich sein, weniger drastische Hybridisierungs- oder/und Waschbedingungen zu verwenden.

Das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte therapeutische oder diagnostische Mittel enthält vorzugsweise als Wirksubstanz mindestens eine Nukleinsäure, die (a) die für ein Pax-Protein kodierende Nukleotidsequenz, (b) einen Teil davon, (c) eine mit einer Nukleinsäure aus (a) oder/und (b) unter stringenten Bedingungen hybridisierende (siehe oben) Nukleotidsequenz oder (d) eine zu einer Nukleinsäure aus (a), (b) oder/und (c) komplementäre Nukleotidsequenz umfaßt.

Wenn gewünscht wird, daß die erfindungsgemäße Nukleinsäure aus einem konservierten Bereich des Pax-Gens, d. h. aus der für die "Paired"-Domäne kodierenden Nukleotidsequenz stammen soll, verwendet man vorzugsweise eine Nukleinsäure, die (a) eine für die Aminosäuren 1 bis 74 einer "Paired"-Domäne kodierende Nukleotidsequenz, (b) einen Teil davon, (c) eine mit einer Nukleinsäure aus (a) oder/und (b) unter stringenten Bedingungen hybridisierende Nukleotidsequenz oder (d) eine zu einer Nukleinsäure aus (a), (b) oder/und (c) komplementäre Nukleotidsequenz umfaßt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform für den obigen Zweck enthält das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Mittel mindestens eine Nukleinsäure, die (a) eine für die Aminosäuren 5 bis 19, 35 bis 41, 68 bis 74, 95 bis 100 oder/und 115 bis 120 einer "Paired"-Domäne kodierende Nukleotidsequenz, (b) einen Teil davon, (c) eine mit einer Nukleinsäure aus (a) oder/und (b) unter stringenten Bedingungen hybridisierende Nukleotidsequenz oder (d) eine zu einer Nukleinsäure aus (a), (b) oder/und (c) komplementäre Nukleotidsequenz umfaßt.

Die voranstehend genannte Nomenklatur der Aminosäuren richtet sich dabei nach der Arbeit Walther et al., Genomics 11 (1991), 424-434, insbesondere Figur 2, die hiermit durch Bezugnahme zu einem Teil der Beschreibung wird.

Wenn es jedoch erforderlich ist, ein einziges Pax-Gen spezifisch nachzuweisen oder zu hemmen, wird man zweckmäßigerweise eine Nukleinsäure mit einer Nukleotidsequenz aus einem nichtkonservierten Bereich des jeweiligen Gens verwenden, d. h. vorzugsweise aus dem nicht für die "Paired"-Domäne kodierenden Bereich.

Das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Mittel enthält eine Nukleinsäure, die aus einem beliebigen Pax-Gen stammt. Beispiele für geeignete Pax-Gene sind Pax-1 (Deutsch et al., Cell 53 (1988), 617-625), Pax-2 (Dressler et al., Development 109 (1990), 787-795; Nornes et al., Development 109 (1990), 797-809), Pax-3 (Goulding et al., EMBO J. 10 (1991), 1135-1147), Pax-4, Pax-5 und Pax-6 (Walther et al. (1991), supra), Pax-7 (Jostes et al., MOD 33 (1990), 27-38), Pax-8 (Plachov et al., Development 110 (1990), 643-651), HuP1, HuP2, HuP48 (Burri et al., EMBO J. 8 (1989), 1183-1190), prd, BSH4 und BSH9 (Bopp et al., Cell 47 (1986), 1033-1040) und Pox neuro und Pox meso (Bopp et al., EMBO J. 8. (1989), 3447-3457). Die oben genannten Literaturstellen werden durch Bezugnahme zu einem Teil der Beschreibung. Besonders bevorzugt sind menschliche Pax-Gene.

Die Nukleinsäure in dem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Mittel ist - je nach Erfordernis - vorzugsweise eine unmodifizierte oder modifizierte DNA oder RNA. Auch die Länge der Nukleinsäure richtet sich nach dem jeweiligen Anwendungsgebiet.

Bei Verwendung des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Mittels als molekulare Sonde in der Tumordiagnostik handelt es sich vorzugsweise um eine DNA-Sonde mit einer Länge von 10 bis 100 Nukleotiden, vorzugsweise 12 bis 50 Nukleotiden. Weiterhin ist es bevorzugt, daß die Nukleinsäure eine radioaktive oder nicht-radioaktive Markierung trägt, die zum Nachweis der Bindung an ein Pax-Gen dient.

Bei Verwendung des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Mittels als Antisense-Nukleinsäure zur Hemmung der Genexpression handelt es sich vorzugsweise um eine RNA, die gegebenenfalls modifizierte Basen enthalten kann, um ihre Stabilität im Körper gegenüber einem Abbau durch Ribonukleasen zu erhöhen.

Die Anwendung des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Mittels als molekulare Sonde oder/und als therapeutisches Mittel zur Hemmung der Genexpression erfolgt auf eine dem Fachmann auf dem Gebiet der Molekularbiologie bekannte Weise.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes therapeutisches oder diagnostisches Mittel, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß es als Wirksubstanz mindestens ein Pax-Protein enthält. Das Pax-Protein ist vorzugsweise aus der Gruppe, bestehend aus Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, HuP48, prd, BSH4, BSH9, Pox neuro und Pox meso ausgewählt. Die Aminosäuresequenz dieser Proteine ist aus den oben genannten Veröffentlichungen ersichtlich, die in Zusammenhang mit der Nukleinsäuresequenz genannt worden sind. Besonders bevorzugt sind menschliche Pax-Proteine.

Das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Mittel wird vorzugsweise in der Tumordiagnostik oder/und Tumorthherapie verwendet.

Noch ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur in vitro Diagnostik, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß es als Wirksubstanz mindestens einen Antikörper gegen ein Pax-Protein enthält. Bevorzugt sind Antikörper, die gegen ein oder mehrere Pax-Proteine aus der Gruppe bestehend aus Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, HuP48, prd, BSH4, BSH9, Pox neuro und Pox meso gerichtet sind. Besonders bevorzugt sind Antikörper gegen menschliche Pax-Proteine.

Die erfindungsgemäßen Antikörper sind vorzugsweise monoklonale Antikörper, die auf bekannte Weise nach der Köhler-Millstein-Methode durch Immunisierung eines Versuchstieres, vorzugsweise einer Maus, mit dem entsprechenden Pax-Protein oder/und einem Gemisch von Pax-Proteinen, Gewinnung von Antikörper-produzierenden B-Zellen oder Milzzellen aus dem immunisierten Versuchstier und anschließender Fusionierung der Antikörper-produzierenden Zellen mit einer geeigneten Leukämiezelle zur Erzeugung von Hybridomen erhältlich sind. Beispiele für geeignete Antikörper sind Pax-1, Pax-2- und Pax-6-Antikörper (Abb.2).

Die erfindungsgemäßen Antikörper können vorzugsweise in vitro oder/und in vivo als Mittel in der Tumordiagnostik oder/und Tumorthherapie verwendet werden. Dabei können die Antikörper auch als Fragmente (z.B. Fab oder F(ab)₂ Fragmente) und gegebenenfalls gekoppelt an eine nachweisbare Gruppe (Enzym, Fluoreszenzmarker, radioaktiver

Marker, Kernresonanzmarker etc.) oder an ein Toxin (z.B. Rizin, Diphtherietoxin etc.) verwendet werden. Die Herstellung derartiger Antikörper-Derivate erfolgt auf eine dem Fachmann auf dem Gebiet der Immunologie bekannte Weise (z.B. durch kovalente Kopplung über einen bi-funktionellen Linker).

Das folgende Beispiel dient in Verbindung mit Abb. 1 und 2 zur weiteren Veranschaulichung der Erfindung.

Abb. 1 zeigt den schematischen Aufbau der untersuchten Pax-Proteine Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-6 und Pax-8 sowie des mutagenisierten Pax-Proteins Un.

Abb. 2 zeigt Westernblots von Pax-Protein exprimierenden Zellextrakten nach Inkubation mit spezifischen Antikörpern und enzymatischem Nachweis der Antikörper-Protein-Bindung.

Beispiel

1. Untersuchte Pax-Proteine

Es wurde die Wirkung der Proteine Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-6 und Pax-8 sowie einem mutagenisierten Pax-Protein (Un) untersucht. In Abbildung 1 ist die schematische Struktur dieser Pax-Proteine gezeigt. Die konservierten Domänen innerhalb der Proteine sind als Balken gezeigt, die auch ihre annähernden Positionen innerhalb der offenen Leserahmen angeben. Pax-1 ist das einzige Pax-Protein, von dem ein vollständiges Fehlen der Homöodomäne bekannt ist. Pax-3 und Pax-6 enthalten vollständige Homöodomänen zusätzlich zur "Paired"-Domäne. Beide DNA-Bindungsmotive sind durch mindestens 100 Aminosäuren voneinander getrennt. Die Proteine Pax-2 und Pax-8 enthalten nur 23 Aminosäuren der α -Helix der Homöodomäne. Die Punktmutation von G zu A in dem für das Un-Protein kodierenden Gen ist durch den resultierenden Austausch von Gly nach Ser gekennzeichnet. Die Nukleotid- und Aminosäuresequenzen sind für Pax-1 bei Deutsch et al. (Cell 53 (1988), 617-625), für Pax-2 bei Dressler et al. (Development 109 (1990), 787-795), für Pax-3 bei Goulding et al. (EMBO J. 10 (1991), 1135-1147), für Pax-6 bei Walther und Gruss (Development 113 (1991), 1435-1439) und für Pax-8 bei Plachov et al. (Development 110 (1990), 643-651) offenbart.

2. Transformationstest

Die Pax-cDNAs wurden in die multiple Klonierungsstelle des Vektors pCMV5 (Anderson et al., J.Biol.Chem. 264 (1989), 8222-8229) inseriert. Diese Konstrukte wurden zusammen mit pGKneo als selektierbarer Marker (Soriano et al., Cell 64 (1991), 693-702) in 208- und NIH 3T3-Zellen kotransfiziert. Die 208-Zellen wurden in DMEM (Biochrome) und Zusatz von 10 % fötalem Kälberserum (Boehringer Mannheim) kultiviert. Die NIH 3T3-Zellen wurden in DMEM mit 5 % neugeborenem Kälberserum (Boehringer Mannheim) kultiviert. 2 μ g des jeweiligen pCMV-Pax-Expressionsplasmids wurden zusammen mit 1 μ g pGKneo und 7 μ g Träger-DNA auf 70 % konfluenten Einzelzellschichten einer 100 mm Gewebekulturplatte unter Verwendung der Calciumphosphatmethode mit Modifikationen (Weber und Schaffner, Nature 315 (1984), 75-77) transfiziert. Die transfizierten Zellen wurden nach 24 Stunden in drei Gruppen aufgeteilt. Eine Gruppe wurde für 2 bis 4 Wochen abhängig vom Anfang der Focusbildung stehengelassen. Danach wurden die Zellen mit einigen Tropfen Glutaraldehyd (Sigma) und mit 1 % Methyleneblau (Sigma) in Wasser angefärbt. Die Gewebekulturplatten wurden mit Wasser gespült und die Foci gezählt.

Ein weiteres Drittel der Zellen wurde entweder in 0,6 %, 0,9 % oder 1,2 % Weichagar ausgesät, wie bei Fidler et al., Anticancer Res. 11 (1991), 17-24 beschrieben ist. Das verbleibende Drittel wurde zur DNA-Aufnahme durch Zugabe von G418 (Gibco) 24 Stunden nach dem Schock für die Zellen ausgewählt. Bei den 208-Zellen wurden 0,4 mg/l und bei den NIH 3T3-Zellen 0,6 mg/ml G418 zugesetzt. Die morphologisch transformierten Foci wurden gepickt und danach kultiviert. Diese Zellisolate wurden durch kontinuierliche Inkubation im Selektionsmedium vermehrt und für die Expressionsanalyse und die Transformationstests verwendet.

3. Ergebnisse der Transformationstests

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse einer Transformation von 208-Zellen mit Pax-Proteinen gezeigt. Die linke Spalte listet die DNAs auf, die in die Zellen eingeführt wurden. pCMV bedeutet Zellen, die nur das pCMV-Konstrukt als negative Kontrolle enthalten, pSV ist das als positive Kontrolle verwendete T-Antigen (SV40-Virus) Expressionskonstrukt. Die verschiedenen pCMV-Pax-Expressionskonstrukte sind durch den Namen des Pax-Proteins angegeben, das sie exprimieren. Das Wachstum der Zellen wurde in 0,6 %, 0,9 % und 1,2 % Weichagar getestet. Die Zellkolonien wurden 2 bis 3 Wochen nach dem Plattieren gezählt. Die Experimente wurden für jeden Zelltyp mindestens 2 mal durchgeführt. + bedeutet Wachstum in Weichagar. - bedeutet kein Wachstum. +- bedeutet widersprechende Ergebnisse in zwei Experimenten.

Die nächste Spalte listet auf, ob die entsprechenden transformierten Zellen in der Lage waren, bei Vermischen mit

normalen 208-Zellen eine Focusbildung zu induzieren oder nicht. Dieses Mischexperiment wurde 2 mal ausgeführt.

Die letzte Spalte zeigt die Anzahl von injizierten Nacktmäusen und die Anzahl von Injektionen, die zu einer Tumorbildung führten. Männliche nackte NMRI Mäuse wurden hierzu subkutan in der Flanke im Alter von 4 Wochen mit 1 bis 5×10^5 transformierten Zellen injiziert. Die Zellen wurden vor der Injektion trypsinisiert und 2 x mit Phosphat-gepufferter Salzlösung gewaschen, um stimulierende Effekte aus dem Serum auszuschließen. Die Tiere wurden für maximal 3 Monate auf einer wöchentlichen Basis auf die Bildung von Tumoren untersucht.

Tabelle 1

Transfizierte DNA	Weichagar-Test			Focus-test	Tumorigenizität Anzahl von Injektionen/Anzahl von Tumoren in Nacktmäusen
	0,6%	0,9%	1,2%		
pCMV	-+	--	--	-	5/0
pSV	++	++	++	+	6/6
Pax-1	++	++	++	+	6/6
Un	-+	--	--	-	6/1
Pax-2	++	++	++	+	6/6
Pax-3	++	+	++	+	6/6
Pax-6	++	++	++	+	6/4
Pax-8	++	++	++	+	6/6

Die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen das onkogene Potential der Pax-Gene bzw. der "Paired"-Domäne. Bei dem Test, der die unterschiedlichen Pax-Proteine exprimierenden Klone in Weichagar mit unterschiedlichen Konzentrationen zeigt, kann das Wachstum der ansteigenden Weichagarkonzentrationen mit der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Tumoren in Beziehung gesetzt werden. Zellen, die nur den pCMV-Expressionsvektor enthielten, zeigten bei 0,6 % Weichagar und mehr kein Wachstum. Zellen, die das Pax-1-, Pax-2-, Pax-3-, Pax-6- bzw. Pax-8-Protein exprimierten, konnten hingegen bei Konzentrationen bis zu 1,2 % Weichagar wachsen. Ein Wachstum in diesem halbfesten Medium zeigt, daß die Pax-Proteine den Zellen die Fähigkeit zum Verankerungs-unabhängigen Wachstum verleihen. Das mutierte Un-Protein war zu einer vollständigen Transformation dieser Zellen nicht in der Lage, wie durch das Fehlen von Verankerungs-unabhängigem Wachstum bei höheren Weichagar-Konzentrationen ersichtlich ist.

Die durch Injektion von pCMV-Pax-Expressionskonstrukten erzeugten Tumore wurden durch Standard in situ Hybridisierungsprotokolle (Goulding, EMBO J. 10 (1991), 1135-1147) analysiert. Die Zellen in den Pax-Tumoren sind spindelförmig. Die Tumore sind gut mit Gefäßen versorgt und zeigen eine starke extrazelluläre Matrixproduktion. Alle Tumore waren fest und verkapselt.

Weiterhin wurde ein Methylenblau-Test durchgeführt, um die Fähigkeit der Zellen zur Überwindung der Kontakthemmung zu bestimmen. Dieser Test wurde 2 mal in unbehandelten Zellen nach Transfektion durchgeführt. Zellen, welche die transformierende DNA aufgenommen haben, sind in der Lage, nicht transformierte Zellen zu überwachen, was in dunkel markierten Zellfoci resultiert. In den mit Pax-Genen transformierten Zellen wurden - wie in der positiven Kontrolle mit pSV - die Bildung von Zellfoci beobachtet, während in den mit der negativen Kontrolle pCMV transformierten Zellen und in den nicht transformierten Zellen (208- und NIH 3T3-Zellen) deutlich weniger Foci sichtbar waren.

Die Ergebnisse des Weichagar-Tests stehen mit dem Auftreten von stark gefärbten Foci im Methylenblau-Test bei 208- und NIH 3T3-Zelltransfektionen unter Verwendung von Pax-Proteinen, die funktionelle "Paired"-Domänen enthalten, und der Tumorentstehung in der Nacktmaus im Einklang.

4. Immunologischer Nachweis der Pax-Expression in transfizierten Zellen

Aus den nach Punkt 2 transfizierten NIH 3T3- und 208-Zellen wurden nach bekannten Protokollen (Balling et al., Cell 55, (1988), 531-535) Gesamtzellextrakte hergestellt. Nach Bestimmung der Proteinkonzentration wurden jeweils 50 µg der Zellextrakte auf einem 12,5 % SDS-Polyacrylamidgel aufgetrennt und auf eine Immobilon-P-Membran durch halbtrockenen elektrischen Transfer überführt. Die Membran wurde in 5 % Trockenmilchpulver/phosphatgepufferter Salzlösung blockiert und über Nacht mit einer 1:200-Verdünnung der jeweiligen Pax-Antikörper inkubiert und mit der

Peroxidase/Diaminobenzidin-Reaktion entwickelt (Balling et al., Supra). Aus Abb. 2 ist ersichtlich, daß Antikörper gegen Pax-1, Pax-2, Pax-3 und Pax-6 eine Reaktion mit den entsprechenden transfizierten Zellen zeigten. Der Pax-2-Antikörper zeigte eine Kreuzreaktion mit Pax-8 und ermöglichte eine Bestätigung der Pax-8-Expression mit den jeweiligen Zellextrakten (nicht dargestellt). Das Molekulargewicht der Pax-Proteine wurde durch Vergleich mit dem Regenbogen-Proteinmarker (Amersham) bestimmt. Das scheinbare Molekulargewicht der Proteine ist in kD angegeben. Sowohl 208- als auch NIH 3T3-Zellextrakte enthielten etwa ähnliche Mengen der jeweiligen Pax-Proteine pro 50 µg Zellextrakt. Dies zeigt an, daß der CMV-Promotor in beiden Zelllinien gleichermaßen gut funktioniert. Der Westernblot von Pax-1 zeigt, daß Pax-1 und das mutierte Un-Protein in etwa gleichen Mengen exprimiert werden. Ein weiterer Zellextrakt, der durch Transfektion von Zellen mit einem pSV40 Promotor/Pax-1-Konstrukt hergestellt worden war, enthielt noch höhere Mengen des Pax-Proteins. In allen Fällen zeigten die Westernblots, daß mit pCMV transfizierte Kontrollzellen sehr viel weniger oder keine nachweisbaren Mengen an Protein erzeugten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Mittels zur Tumordiagnostik oder/und Tumorthherapie,
dadurch gekennzeichnet,
daß man eine Wirksubstanz, die
 - (a) mindestens eine Nukleinsäure, die mit einem Pax-Gen hybridisiert,
 - (b) mindestens ein Pax-Protein, oder/und
 - (c) mindestens einen Antikörper gegen ein Pax-Protein oder ein Derivat davon enthält,
 gegebenenfalls mit pharmazeutisch üblichen Träger-, Hilfs- und Verdünnungsmitteln formuliert.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Mittel als Wirksubstanz mindestens eine Nukleinsäure enthält, die mit einem Pax-Gen hybridisiert.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Mittel als Wirksubstanz mindestens eine Nukleinsäure enthält, die (a) die für ein Pax-Protein kodierende Nukleotidsequenz, (b) einen Teil davon, (c) eine mit einer Nukleinsäure aus (a) oder/und (b) unter stringenten Bedingungen hybridisierende Nukleotidsequenz oder (d) eine zu einer Nukleinsäure aus (a), (b) oder/und (c) komplementäre Nukleotidsequenz umfaßt.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Mittel mindestens eine Nukleinsäure enthält, die (a) eine für die Aminosäuren 1 bis 74 einer "Paired"-Domäne kodierende Nukleotidsequenz, (b) einen Teil davon, (c) eine mit einer Nukleinsäure aus (a), (b) oder/und (c) unter stringenten Bedingungen hybridisierende Nukleotidsequenz oder (d) eine zu einer Nukleinsäure aus (a), (b) oder/und (c) komplementäre Nukleotidsequenz umfaßt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Mittel mindestens eine Nukleinsäure enthält, die (a) eine für die Aminosäuren 5 bis 19, 35 bis 41, 68 bis 74, 95 bis 100 oder/und 115 bis 120 einer "Paired"-Domäne kodierende Nukleotidsequenz, (b) einen Teil davon, (c) eine mit einer Nukleinsäure aus (a) oder/und (b) unter stringenten Bedingungen hybridisierende Nukleotidsequenz oder (d) eine zu einer Nukleinsäure aus (a), (b) oder/und (c) komplementäre Nukleotidsequenz umfaßt.
6. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Mittel Nukleotidsequenzen aus dem nicht-konservierten Bereich eines Pax-Gens enthält.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Mittel mindestens eine Nukleinsäure enthält, die Nukleotidsequenzen eines Pax-Gens, aus der Gruppe der Gene, bestehend aus Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, HuP48, prd, BSH4, BSH9, Pox neuro und Pox meso, enthält.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Nukleinsäure eine DNA ist.
- 5 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Nukleinsäure eine gegebenenfalls modifizierte RNA ist.
- 10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9 als molekulare Sonde in der Tumordiagnostik.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9 als Antisense-Nukleinsäure zur Hemmung der Genexpression.
12. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Mittel als Wirksubstanz mindestens ein Pax-Protein enthält.
- 15 13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Mittel mindestens ein Pax-Protein aus der Gruppe, bestehend aus Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5,
20 Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, Hup48, prd, BSH9, Pox neuro und Pox meso, enthält.
14. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Mittel als Wirksubstanz mindestens einen Antikörper gegen ein Pax-Protein oder ein Derivat davon ent-
25 hält.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Antikörper gegen ein oder mehrere Pax-Proteine aus der Gruppe, bestehend aus Pax-1, Pax-2, Pax-3,
30 Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, Hup48, prd, BSH9, Pox neuro und Pox meso gerichtet ist.
16. Verfahren zur in vitro Diagnostik von Tumoren,
dadurch gekennzeichnet,
daß man eine Wirksubstanz, die
35 (a) mindestens eine Nukleinsäure, die mit einem Pax-Gen hybridisiert,
(b) mindestens ein Pax-Protein, oder/und
(c) mindestens einen Antikörper gegen ein Pax-Protein oder ein Derivat davon enthält,
40 verwendet.

Claims

1. Process for the production of an agent for tumour diagnostics or/and tumour therapy,
45 wherein
an active substance which contains
(a) at least one nucleic acid which hybridizes with a Pax gene,
(b) at least one Pax protein or/and
50 (c) at least one antibody against a Pax protein or a derivative thereof
is formulated, if desired with common pharmaceutical carrier substances, auxiliary substances and diluents.
2. Process as claimed in claim 1,
55 wherein
the agent contains at least one nucleic acid which hybridizes with a Pax gene as the active substance.
3. Process as claimed in claim 2.

wherein
the agent contains as the active substance at least one nucleic acid which comprises (a) a nucleotide sequence coding for a Pax protein, (b) a part thereof, (c) a nucleotide sequence hybridizing under stringent conditions with a nucleic acid from (a) or/and (b) or (d) a nucleotide sequence complementary to a nucleic acid from (a), (b) or/and (c).

4. Process as claimed in claim 2 or 3,
wherein

the agent contains at least one nucleic acid which comprises (a) a nucleotide sequence coding for the amino acids 1 to 74 of a "paired" domain, (b) a part thereof, (c) a nucleotide sequence hybridizing under stringent conditions with a nucleic acid from (a) or/and (b) or (d) a nucleotide sequence complementary to a nucleic acid from (a), (b) or/and (c).

5. Process as claimed in one of the claims 2 to 4,
wherein

the agent contains at least one nucleic acid which comprises (a) a nucleotide sequence coding for the amino acids 5 to 19, 35 to 41, 68 to 74, 95 to 100 or/and 115 to 120 of a "paired" domain, (b) a part thereof, (c) a nucleotide sequence hybridizing under stringent conditions with a nucleic acid from (a) or/and (b) or (d) a nucleotide sequence complementary to a nucleic acid from (a), (b) or/and (c).

6. Process as claimed in claim 2 or 3,
wherein

the agent contains nucleotide sequences from the non-conserved region of a Pax gene.

7. Process as claimed in one of the claims 2 to 6,
wherein

the agent contains at least one nucleic acid which contains nucleotide sequences from a Pax gene from the group of genes comprising Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, HuP48, prd, BSH9, Pox neuro and Pox meso.

8. Process as claimed in one of the claims 2 to 7,
wherein

the nucleic acid is a DNA.

9. Process as claimed in one of the claims 2 to 7,
wherein

the nucleic acid is a RNA which is modified if desired.

10. Process as claimed in one of the claims 2 to 9 as a molecular probe in tumour diagnostics.

11. Process as claimed in one of the claims 2 to 9 as an antisense nucleic acid for the inhibition of gene expression.

12. Process as claimed in claim 1,
wherein

the agent contains at least one Pax protein as the active substance.

13. Process as claimed in claim 12,
wherein

the agent contains at least one Pax protein from the group comprising Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, Hup48, prd, BSH9, Pox neuro and Pox meso.

14. Process as claimed in claim 1,
wherein

the agent contains as the active substance at least one antibody against a Pax protein or a derivative thereof.

15. Process as claimed in claim 14,
wherein

the antibody is directed against one or several Pax proteins from the group comprising Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-

4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, Hup48, prd, BSH9, Pox neuro and Pox meso.

16. Process for the in vitro diagnostics of tumours,
wherein

an active substance is used which contains

- (a) at least one nucleic acid which hybridizes with a Pax gene
- (b) at least one Pax protein or/and
- (c) at least one antibody against a Pax protein or

a derivative thereof.

Revendications

1. Procédé de préparation d'un agent pour le diagnostic des tumeurs et/ou la thérapie des tumeurs, caractérisé en ce que l'on formule, éventuellement avec des supports, adjuvants et diluants courants du point de vue pharmaceutique, une substance active qui contient

- (a) au moins un acide nucléique qui s'hybride avec un gène Pax,
- (b) au moins une protéine Pax et/ou
- (c) au moins un anticorps contre une protéine Pax ou un dérivé de celui-ci.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'agent contient comme substance active au moins un acide nucléique qui s'hybride avec un gène Pax.

3. Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'agent contient comme substance active au moins un acide nucléique qui comprend (a) la séquence nucléotidique codant une protéine Pax, (b) une partie de celle-ci, (c) une séquence nucléotidique qui s'hybride dans des conditions strictes avec un acide nucléique de (a) et/ou (b) ou (d) une séquence nucléotidique complémentaire d'un acide nucléique de (a), (b) et/ou (c).

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3 caractérisé en ce que l'agent contient au moins un acide nucléique qui comprend (a) une séquence nucléotidique codant les acides aminés 1 à 74 d'un domaine "paired", (b) une partie de celle-ci, (c) une séquence nucléotidique qui s'hybride dans des conditions strictes avec un acide nucléique de (a) et/ou (b) ou (d) une séquence nucléotidique complémentaire d'un acide nucléique de (a), (b) et/ou (c).

5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4 caractérisé en ce que l'agent contient au moins un acide nucléique qui comprend (a) une séquence nucléotidique codant les acides aminés 5 à 19, 35 à 41, 68 à 74, 95 à 100 et/ou 115 à 120 d'un domaine "paired", (b) une partie de celle-ci, (c) une séquence nucléotidique qui s'hybride dans des conditions strictes avec un acide nucléique de (a) et/ou (b) ou (d) une séquence nucléotidique complémentaire d'un acide nucléique de (a), (b) et/ou (c).

6. Procédé selon la revendication 2 ou 3 caractérisé en ce que l'agent contient des séquences nucléotidiques du domaine non conservé d'un gène Pax.

7. Procédé selon l'une des revendications 2 à 6 caractérisé en ce que l'agent contient au moins un acide nucléique qui contient des séquences nucléotidiques d'un gène Pax du groupe des gènes consistant en Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, HuP48, prd, BSH4, BSH9, Pox neuro et Pox meso.

8. Procédé selon l'une des revendications 2 à 7 caractérisé en ce que l'acide nucléique est un ADN.

9. Procédé selon l'une des revendications 2 à 7 caractérisé en ce que l'acide nucléique est un ARN éventuellement modifié.

10. Procédé selon l'une des revendications 2 à 9 comme sonde moléculaire dans le diagnostic des tumeurs.

11. Procédé selon l'une des revendications 2 à 9 comme acide nucléique antisens pour l'inhibition de l'expression génique.

EP 0 655 926 B1

12. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'agent contient au moins une protéine Pax comme substance active.

5 13. Procédé selon la revendication 12 caractérisé en ce que l'agent contient au moins une protéine Pax du groupe consistant en Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, Hup48, prd, BSH9, Pox neuro et Pox meso.

14. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'agent contient comme substance active au moins un anticorps contre une protéine Pax ou un dérivé de celui-ci.

10 15. Procédé selon la revendication 14 caractérisé en ce que l'anticorps est dirigé contre une ou plusieurs protéines Pax du groupe consistant en Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, Hup48, prd, BSH9, Pox neuro et Pox meso.

15 16. Procédé pour le diagnostic in vitro de tumeurs caractérisé en ce que l'on utilise une substance active qui contient

(a) au moins un acide nucléique qui s'hybride avec un gène Pax,

(b) au moins une protéine Pax et/ou

(c) au moins un anticorps contre une protéine Pax ou un dérivé de celui-ci.

Fig. 1

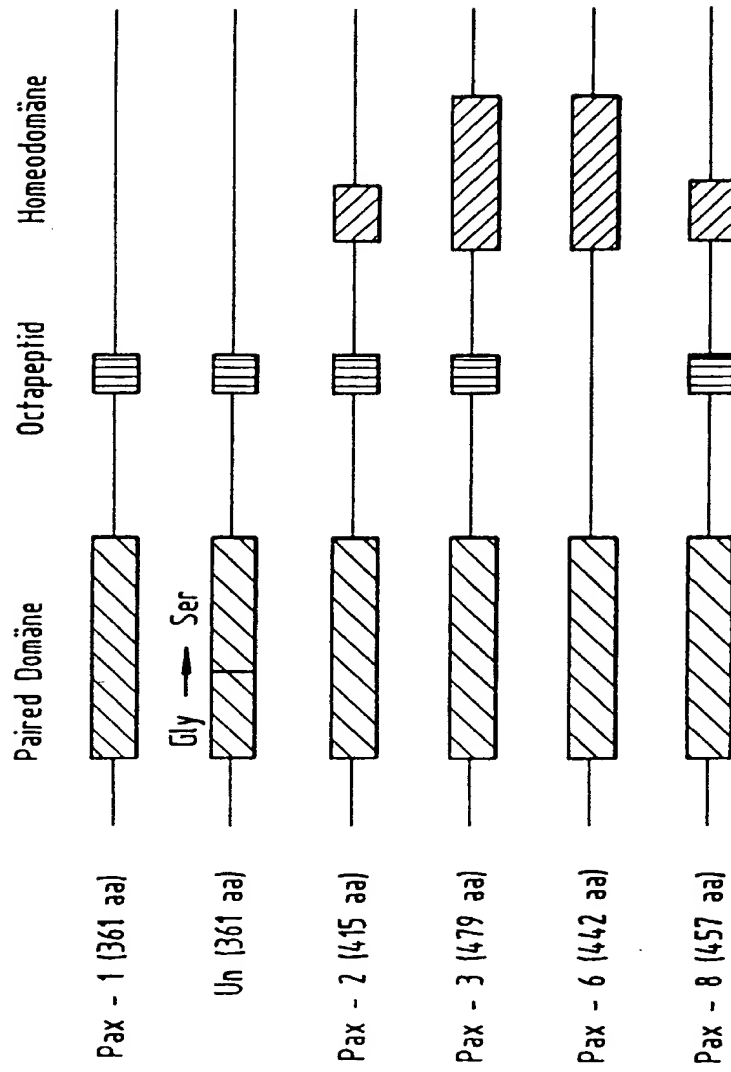


Fig. 2

208 CMV
208 Pax - 6
313 CMV
313 Pax - 6

208 Pax - 3
208 CMV
313 Pax - 3
313 CMV

313 Pax - 2
313 CMV
208 CMV
208 Pax - 2

208 Pax - 1
208 Un
208 CMV
313 Pax - 1
313 Un
313 CMV

95 -

-

-

97 -

■

■

97 -

■

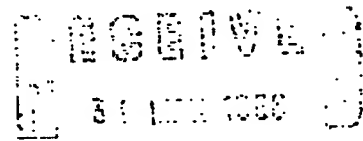
■

■

■

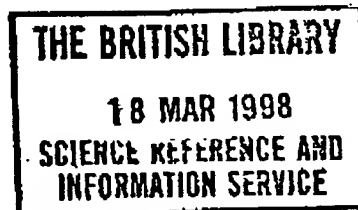
English translation of ①

received with letter of
31 Mar 98



PATENT NO EP (UK).... 0655926

**TRANSLATION OF EUROPEAN PATENT (UK)
UNDER SECTION 77 (6) (a)**

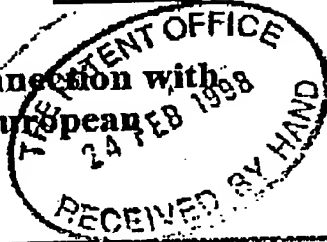


The
Patent
Office

54/77

Patents Act 1977
(Rule 80 and Schedule 4)

**Filing a translation in connection with
a European patent or a European
patent application**
(See the notes on the back of this form.)



The Patent Office

Cardiff Road
Newport
Gwent NP9 1RH

1.	Your reference	SJA/OWK/48857/000
2.	European patent number or publication number of application for International publication number (see note (c))	0655926
3.	Full name and address of the or of each applicant for or proprietor of the European patent (UK)	Max-Planck-Gesellschaft Zur Forderung Der Wissenschaften E.V. D-14195 Berlin/DE
Patents ADP number (if you know it)		
4.	What kind of translated document listed at note (c) are you sending with this form?	1(i)
(Answer by writing 1(i), 1(ii), 1(iii) or 2)		
5.	Date when the European patent (UK) was granted or amended (See note (d))	28th January 1998
5.	Full name, address and postcode in the United Kingdom to which all correspondence relating to this form and translation should be sent	BOULT WADE TENNANT 27 FURNIVAL STREET LONDON EC4A 1PQ
Patents ADP number (if you know it)		
7.	Do you want the address in part 6 above to be the address for service recorded on the Register or to replace the address for service currently on the Register? (If so then write 'YES')	YES
8.	Signature	Date
Boul Wade Tennant		24 February 1998
9.	Name and daytime telephone number of person to contact in the United Kingdom	Oliver Kingsbury 0171 404 5921

RECEIVED
31 MAR 1998

UK PATENTS ACT 1977 Section 77

IN THE MATTER of European
Patent No. 93917719.2-2107/
0 655 926 in the name of
Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung
der Wissenschaften e. V.

I, Sabine, Frieda, Katharina Town, of Waldstr. 45,
82386 Oberhausen, German Federal Republic,

do hereby certify that
I am conversant with the English and German languages and
am a competent translator thereof, and I verify that the
attached translation corresponds to the original text of
the German language specification of European Patent
Application No. 93 917 719.2-2107/0 655 926.

Signed this thirteenth day of September 1997

Signature of translator



Sabine F.K. Town

The present invention concerns a process for the production of a new therapeutic or diagnostic agent which contains at least one nucleic acid as the active substance and is particularly suitable for the in vitro diagnosis of tumours.

Proteins which contain a homeobox play an important role in the development of multicellular differentiated tissue. It is assumed that transcriptional regulation by the homeobox proteins coordinates the exact spatial and chronological sequence of growth and differentiation in the developing embryo. It is known from the literature (see e.g. K. Kongsuwan, J.M. Adams, *Nucleic Acids Res.* 17 (1989), 1881-1891; C. Blatt, D. Aberdam, R. Schwartz, L. Sachs, *EMBO J.* 7 (1988), 4283-4290; C. Blatt, *Cancer Cells* 2 (1990), 186-189; T.H. Rabbitts *Cell* 647 (1991), 641-644; A.W. Sasaki, J. Doskow, C.L. Macleod, M.B. Rodgers, L.J. Goudas, M.F. Wilkinson, *MOD34* (1991), 155-164) that some genes containing a homeobox are connected with oncogenesis.

A multigene family which has a common conserved sequence motif, the "paired"-box, is also connected with developmental control and tissue specificity in various organisms. The "paired" domain coded by the "paired" box represents a DNA-binding domain (J. Treisman, E. Harris, C. Desplan, *Genes. Dev.* 5 (1991), 594-604; G. Chalepakis, R. Fritsch, H. Fickenscher, O. Deutsch, M. Goulding, P. Gruss, *Cell* 66 (1991), 873-884) and has been identified in various organisms such as *Drosophila*, mouse, tortoise, zebra fish, nematodes and humans. There has not yet been known to be a connection between the

"paired" domain and oncogenesis.

Great efforts are made in medical research to provide new therapeutic and diagnostic agents related to the development of tumours. The object of the present invention was to provide a new agent which is particularly suitable for the diagnosis and therapy of tumours.

The object according to the invention is achieved by a process for the production of an agent for tumour diagnostics or/and tumour therapy which is characterized in that an active substance which contains

- (a) at least one nucleic acid which hybridizes with a Pax gene
- (b) at least one Pax protein or/and
- (c) at least one antibody against a Pax protein or a derivative thereof

is formulated, if desired together with common pharmaceutical carrier substances, auxiliary substances and diluents.

Surprisingly it was found that Pax proteins, i.e. proteins which contain the "paired" domain, can promote oncogenesis and can therefore be classified as a new group of strong oncoproteins which induce cell proliferation, anchor-independent growth and angiogenesis. It was found that cells transformed with Pax genes exhibit all the classical signs of malignancy such as e.g. contact inhibition in the focus assay, growth in soft agar and tumour induction in the naked mouse.

The therapeutic or diagnostic agent produced by the

inventive process can therefore be used as a molecular probe in tumour diagnostics since the use of a nucleic acid which hybridizes with a nucleotide sequence coding for a Pax protein enables a qualitative and quantitative, cell-specific and tissue-specific determination of the expression of the respective Pax gene.

However, the agent produced by the process of the invention is also suitable as an antisense nucleic acid for the specific inhibition of the expression of genes which contain the Pax sequence and is thus also suitable as a therapeutic agent.

For a diagnostic test or/and for a therapeutic treatment an agent produced by the process of the invention must contain at least one nucleic acid which binds to a Pax gene. The nucleic acid according to the invention preferably hybridizes under "stringent conditions" to a Pax gene. Stringent conditions within the meaning of the present invention are defined as those conditions that enable a selective and detectable specific binding of the nucleic acid to a particular Pax gene or to several Pax genes or Pax transcripts. Such a hybridization under stringent conditions preferably means that binding of the probe to the Pax gene or to the Pax RNA is still detectable after a hybridization at 68°C in an aqueous solution or at 42°C in 50 % formamide and subsequent washing of the filter at 65°C in an aqueous solution. It may, however, be necessary, when using shorter nucleic acids as probes to use less drastic hybridization or/and washing conditions.

The therapeutic or diagnostic agent produced by the

process of the invention preferably contains as an active substance at least one nucleic acid which comprises (a) the nucleotide sequence coding for a Pax protein, (b) a part thereof, (c) a nucleotide sequence hybridizing under stringent conditions (see above) with a nucleic acid from (a) or/and (b) or (d) a nucleotide sequence complementary to a nucleic acid from (a), (b) or/and (c).

If it is desired that the nucleic acid according to the invention should originate from a conserved region of the Pax gene, i.e. from the nucleotide sequence coding for the "paired" domain, it is preferable to use a nucleic acid which comprises (a) a nucleotide sequence coding for the amino acids 1 to 74 of a "paired" domain, (b) a part thereof, (c) a nucleotide sequence hybridizing under stringent conditions with a nucleic acid from (a) or/and (b) or (d) a nucleotide sequence complementary to a nucleic acid from (a), (b) or/and (c).

In a further preferred embodiment for the above purpose the agent produced by the process of the invention contains at least one nucleic acid which comprises (a) a nucleotide sequence coding for the amino acids 5 to 19, 35 to 41, 68 to 74, 95 to 100 or/and 115 to 120 of a "paired" domain, (b) a part thereof, (c) a nucleotide sequence hybridizing under stringent conditions with a nucleic acid from (a) or/and (b) or (d) a nucleotide sequence complementary to a nucleic acid from (a), (b) or/and (c).

The aforementioned nomenclature for the amino acids complies in this case with the publication of Walther et

al., Genomics 11 (1991), 424-434 in particular Figure 2 which hereby becomes by reference a part of the description.

If it is, however, necessary to specifically detect or inhibit a single Pax gene, it is expedient to use a nucleic acid with a nucleotide sequence from a non-conserved region of the respective gene i.e. preferably from the region which does not code for the "paired" domain.

The agent produced by the process of the invention contains a nucleic acid which is derived from any desired Pax gene. Examples of suitable Pax genes are Pax-1 (Deutsch et al., Cell 53 (1988), 617-625), Pax-2 (Dressler et al., Development 109 (1990), 787-795; Nornes et al., Development 109 (1990), 797-809), Pax-3 (Goulding et al., EMBO J. 10 (1991), 1135-1147), Pax-4, Pax-5 and Pax-6 (Walther et al. (1991), supra), Pax-7 (Jostes et al., MOD 33 (1990), 27-38), Pax-8 (Plachov et al., Development 110 (1990), 643-651), HuP1, HuP2, HuP48 (Burri et al., EMBO J. 8 (1989), 1183-1190), prd, BSH4 and BSH9 (Bopp et al., Cell 47 (1986), 1033-1040) and Pox neuro and Pox meso (Bopp et al., EMBO J. 8 (1989), 3447-3457). The aforementioned literature references become by reference part of the description. Human Pax genes are particularly preferred.

The nucleic acid in the agent produced by the process of the invention is - depending on the requirement - preferably an unmodified or modified DNA or RNA. The length of the nucleic acid also depends on the respective area of application.

If the agent produced by the process of the invention is used as a molecular probe in tumour diagnostics, it is preferably a DNA probe with a length of 10 to 100 nucleotides, preferably 12 to 50 nucleotides. Furthermore it is preferred that the nucleic acid carries a radioactive or non-radioactive label which serves to detect the binding to a Pax gene.

When the agent produced by the process of the invention is used as an antisense nucleic acid to inhibit gene expression, it is preferably a RNA which, if necessary, can contain modified bases in order to increase its stability in the body to degradation by ribonucleases.

The application of the agent produced by the process of the invention as a molecular probe or/and as a therapeutic agent for the inhibition of gene expression is carried out in a manner known to a person skilled in the area of molecular biology.

The invention in addition concerns a therapeutic or diagnostic agent produced according to the process of the invention which is characterized in that it contains at least one Pax protein as the active substance. The Pax protein is preferably selected from the group comprising Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, HuP48, prd, BSH4, BSH9, Pox neuro and Pox meso. The amino acid sequence of these proteins is shown in the aforementioned publications which were mentioned in connection with the nucleic acid sequence. Human Pax proteins are particularly preferred.

The agent produced by the process of the invention is preferably used in tumour diagnostics or/and tumour

therapy.

Yet a further subject matter of the present invention is an in vitro diagnostic method which is characterized in that it contains at least one antibody against a Pax protein as the active substance. Antibodies are preferred which are directed towards one or several Pax proteins from the group comprising Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP48, prd, BSH4, BSH9, Pox neuro and Pox meso. Antibodies against human Pax proteins are particularly preferred.

The antibodies according to the invention are preferably monoclonal antibodies which are obtainable in a well-known manner by the Köhler-Millstein method by immunizing an experimental animal, preferably a mouse, with the appropriate Pax protein or/and a mixture of Pax proteins, isolating antibody-producing B cells or spleen cells from the immunized experimental animal and subsequently fusing the antibody-producing cells with a suitable leukemia cell to produce hybridomas. Examples of suitable antibodies are Pax-1, Pax-2 and Pax-6 antibodies (Fig. 2).

The antibodies according to the invention can be preferably used in vitro or/and in vivo as agents in tumour diagnostics or/and tumour therapy. In this connection the antibodies can also be used as fragments (e.g. Fab or F(ab)₂ fragments) and if desired, coupled to a detectable group (enzyme, fluorescent marker, radioactive marker, nuclear resonance marker etc.) or to a toxin (e.g. ricin, diphtheria toxin etc.). The production of such antibody derivatives is carried out in a manner well-known to a person skilled in the area

of immunology (e.g. by covalent coupling via a bi-functional linker).

The following example serves to further elucidate the invention in conjunction with Fig. 1 and 2.

Fig. 1 shows the schematic structure of the examined Pax proteins Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-6 and Pax-8 and of the mutagenized Pax protein Un.

Fig. 2 shows Western blots of cell extracts expressing Pax protein after incubation with specific antibodies and enzymatic detection of the antibody-protein binding.

Example

1. Examined Pax proteins

The effect of the proteins Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-6 and Pax-8 and of a mutagenized Pax protein (Un) was examined. The schematic structure of these Pax proteins is shown in Figure 1. The conserved domains within the proteins are shown as bars which also give their approximate positions within the open reading frames. Pax-1 is the only Pax protein which is known to have a complete absence of the homeodomain. Pax-3 and Pax-6 contain complete homeodomains in addition to the "paired" domain. Both DNA binding motifs are separated from one another by at least 100 amino acids. The proteins Pax-2 and Pax-8 only contain 23 amino acids of the α helix of the homeodomain. The point mutation of G to A in the gene coding for the Un protein is characterized by the resulting exchange of Gly by Ser.

The nucleotide and amino acid sequences are disclosed by Deutsch et al. (Cell 53 (1988), 617-625) for Pax-1, by Dressler et al. (Development 109 (1990), 787-795) for Pax-2, by Goulding et al. (EMBO J. 10 (1991), 1135-1147) for Pax-3, by Walther and Gruss (Development 113 (1991), 1435-1439) for Pax-6 and by Plachov et al., (Development 110 (1990), 643-651) for Pax-8.

2. Transformation test

The Pax c-DNAs were inserted into the multiple cloning site of the vector pCMV5 (Anderson et al., J. Biol. Chem. 264 (1989), 8222-8229). These constructs were cotransfected together with pGKneo as a selectable marker (Soriano et al., Cell 64 (1991), 693-702) in 208 cells and NIH 3T3 cells. The 208 cells were cultured in DMEM (Biochrome) with addition of 10 % foetal calf serum (Boehringer Mannheim). The NIH 3T3 cells were cultured in DMEM containing 5 % new-born calf serum (Boehringer Mannheim). 2 µg of the respective pCMV-Pax expression plasmid was transfected together with 1 µg pGKneo and 7 µg carrier DNA on 70 % confluent single cell layers of a 100 mm tissue culture plate using the calcium phosphate method with modifications (Weber and Schaffner, Nature 315 (1984), 75-77). The transfected cells were divided into three groups after 24 hours. One group was allowed to stand for 2 to 4 weeks depending on the beginning of focus formation. Afterwards the cells were stained with a few drops of glutaraldehyde (Sigma) and with 1 % methylene blue (Sigma) in water. The tissue culture plates were rinsed with water and the foci were counted.

A further third of the cells were either sown out in 0.6 %, 0.9 % or 1.2 % soft agar as described by Fidler et al., Anticancer Res. 11 (1991), 17-24. The remaining third was selected for DNA uptake by addition of G418 (Gibco) 24 hours after the shock for the cells. In the case of the 208 cells, 0.4 mg/l G418 and in the case of NIH 3T3 cells 0.6 mg/ml G418 was added. The morphologically transformed foci were picked out and subsequently cultured. These cell isolates were propagated by continuous incubation in the selection medium and used for expression analysis and the transformation tests.

3. Results of the transformation tests

The results of a transformation of 208 cells with Pax proteins is shown in Table 1. The left column lists the DNAs which were introduced into the cells. pCMV denotes cells which only contain a pCMV construct as a negative control, pSV is the T antigen (SV40 virus) expression construct used as a positive control. The various pCMV Pax expression constructs are indicated by the name of the Pax protein which they express. The growth of the cells was tested in 0.6 %, 0.9 % and 1.2 % soft agar. The cell colonies were counted 2 to 3 weeks after plating. The experiments were carried out at least twice for each cell type. + denotes growth in soft agar, - denotes no growth, +- denotes contradictory results in two experiments.

The next column lists whether the corresponding transformed cells were able or not to induce a focus formation when mixed with normal 208 cells. This mix experiment was carried out twice.

The last column shows the number of injected naked mice and the number of injections which led to tumour formation. For this male naked NMRI mice at an age of 4 weeks were injected subcutaneously in the flank with 1 to 5×10^5 transformed cells. The cells were trypsinized and washed twice with phosphate-buffered salt solution before injection in order to exclude stimulating effects from the serum. The animals were examined on a weekly basis for a maximum of three months for the formation of tumours.

Table 1

Transfected DNA	Soft agar test			Focus test	Tumorigenicity number of injections/ number of tumours in naked mice
	0.6%	0.9%	1.2%		
pCMV	++	++	++	-	5/0
pSV	++	++	++	+	6/6
Pax-1	++	++	++	+	6/6
Un	++	++	++	-	6/1
Pax-2	++	++	++	+	6/6
Pax-3	++	++	++	+	6/6
Pax-6	++	++	++	+	6/4
Pax-8	++	++	++	+	6/6

The results in Table 1 show the oncogenic potential of Pax genes and of the "paired" domain. In the test which shows the clones expressing various Pax proteins in soft agar at different concentrations, the growth at increasing concentrations of soft agar can be related to the probability of the occurrence of tumours. Cells which only contained the pCMV expression vector showed no growth in 0.6 % soft agar or more. Cells which expressed the Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-6 or Pax-8 protein could in contrast grow at concentrations of up

to 1.2 % soft agar. Growth in this semi-solid medium shows that the Pax proteins impart the cells with the ability for anchor-independent growth. The mutated Un protein was not able to completely transform these cells which is apparent from the absence of anchor-independent growth at higher soft agar concentrations.

The tumours produced by injection of pCMV-Pax expression constructs were analyzed by standard in situ hybridization protocols (Goulding, EMBO J. 10 (1991), 1135-1147). The cells in the Pax tumours are spindle-shaped. The tumours are well provided with vessels and exhibit a strong extracellular matrix production. All tumours were solid and encapsulated.

In addition a methylene blue test was carried out in order to determine the ability of the cells to overcome contact inhibition. This test was carried out twice in untreated cells after transfection. Cells which had taken up the transforming DNA are able to grow over non-transformed cells which results in darkly marked cell foci. The formation of cell foci was observed in the cells transformed with Pax genes - as in the positive control with pSV - whereas in the cells transformed with the negative control pCMV and in the non-transformed cells (208 and NIH 3T3 cells) considerably fewer foci were visible.

The results of the soft agar test are in agreement with the occurrence of strongly stained foci in the methylene blue test in the case of 208 and NIH 3T3 cell transfections using Pax proteins which contain functional "paired" domains, and with tumour formation in the naked mouse.

4. Immunological Detection of Pax expression in transfected cells

Total cell extracts were prepared from the NIH 3T3 cells and 208 cells transfected according to section 2 using known protocols (Balling et al., Cell 55, (1988), 531-535). After determination of the protein concentration, 50 µg of each cell extract was separated on a 12.5 % SDS polyacrylamide gel and transferred to an Immobilon P membrane by semi-dry electrical transfer. The membrane was blocked in 5 % dry milk powder/phosphate-buffered salt solution and incubated overnight with a 1:200 dilution of the respective Pax antibodies and developed with the peroxidase/diaminobenzidine reaction (Balling et al., Supra). It can be seen from Figure 2 that antibodies against Pax-1, Pax-2, Pax-3 and Pax-6 showed a reaction with the corresponding transfected cells. The Pax-2 antibody showed a cross-reaction with Pax-8 and enabled a confirmation of the Pax-8 expression with the respective cell extracts (not shown). The molecular weight of the Pax proteins was determined by comparison with the rainbow protein marker (Amersham). The apparent molecular weight of the proteins is given in kD. 208 as well as NIH 3T3 cell extracts contained about equal amounts of the respective Pax proteins per 50 µg cell extracts. This shows that the CMV promoter functions equally well in both cell lines. The Western blot of Pax-1 shows that Pax-1 and the mutated Un protein are expressed in about equal amounts. A further cell extract which had been prepared by transfection of cells with a pSV40 promoter/Pax-1 construct contained even higher amounts of the Pax protein. In all cases the Western

- 14 -

blots showed that the control cells transfected with pCMV produced very much less or no detectable amounts of protein.

CLAIMS

1. Process for the production of an agent for tumour diagnostics or/and tumour therapy,
w h e r e i n
an active substance which contains
 - (a) at least one nucleic acid which hybridizes with a Pax gene,
 - (b) at least one Pax protein or/and
 - (c) at least one antibody against a Pax protein or a derivative thereofis formulated, if desired with common pharmaceutical carrier substances, auxiliary substances and diluents.
2. Process as claimed in claim 1,
w h e r e i n
the agent contains at least one nucleic acid which hybridizes with a Pax gene as the active substance.
3. Process as claimed in claim 2,
w h e r e i n
the agent contains as the active substance at least one nucleic acid which comprises (a) a nucleotide sequence coding for a Pax protein, (b) a part thereof, (c) a nucleotide sequence hybridizing under stringent conditions with a nucleic acid from (a) or/and (b) or (d) a nucleotide sequence complementary to a nucleic acid from (a), (b) or/and (c).

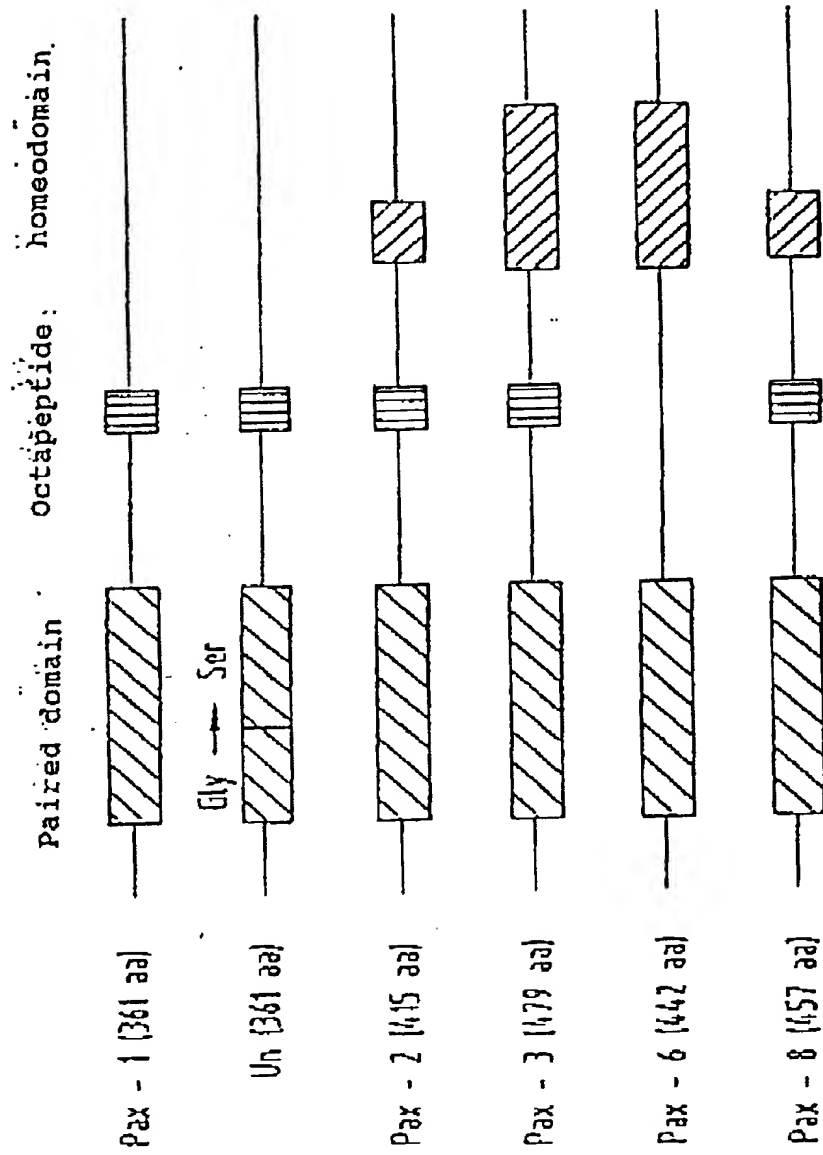
4. Process as claimed in claim 2 or 3,
w h e r e i n
the agent contains at least one nucleic acid which
comprises (a) a nucleotide sequence coding for the
amino acids 1 to 74 of a "paired" domain, (b) a
part thereof, (c) a nucleotide sequence hybridizing
under stringent conditions with a nucleic acid from
(a) or/and (b) or (d) a nucleotide sequence
complementary to a nucleic acid from (a), (b)
or/and (c).
5. Process as claimed in one of the claims 2 to 4,
w h e r e i n
the agent contains at least one nucleic acid which
comprises (a) a nucleotide sequence coding for the
amino acids 5 to 19, 35 to 41, 68 to 74, 95 to 100
or/and 115 to 120 of a "paired" domain, (b) a part
thereof, (c) a nucleotide sequence hybridizing
under stringent conditions with a nucleic acid from
(a) or/and (b) or (d) a nucleotide sequence
complementary to a nucleic acid from (a), (b)
or/and (c).
6. Process as claimed in claim 2 or 3,
w h e r e i n
the agent contains nucleotide sequences from the
non-conserved region of a Pax gene.
7. Process as claimed in one of the claims 2 to 6,
w h e r e i n
the agent contains at least one nucleic acid which
contains nucleotide sequences from a Pax gene from

the group of genes comprising Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, HuP48, prd, BSH4, BSH9, Pox neuro and Pox meso.

8. Process as claimed in one of the claims 2 to 7, wherein the nucleic acid is a DNA.
9. Process as claimed in one of the claims 2 to 7, wherein the nucleic acid is a RNA which is modified if desired.
10. Process as claimed in one of the claims 2 to 9 as a molecular probe in tumour diagnostics.
11. Process as claimed in one of the claims 2 to 9 as an antisense nucleic acid for the inhibition of gene expression.
12. Process as claimed in claim 1, wherein the agent contains at least one Pax protein as the active substance.
13. Process as claimed in claim 12, wherein the agent contains at least one Pax protein from the group comprising Pax-1, Pax-2, Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1, HuP2, Hup48, prd, BSH9, Pox neuro and Pox meso.

14. Process as claimed in claim 1,
w h e r e i n
the agent contains as the active substance at least
one antibody against a Pax protein or a derivative
thereof.
15. Process as claimed in claim 14,
w h e r e i n
the antibody is directed against one or several Pax
proteins from the group comprising Pax-1, Pax-2,
Pax-3, Pax-4, Pax-5, Pax-6, Pax-7, Pax-8, HuP1,
HuP2, Hup48, prd, BSH9, Pox neuro and Pox meso.
16. Process for the in vitro diagnostics of tumours,
w h e r e i n
an active substance is used which contains
 - (a) at least one nucleic acid which hybridizes
with a Pax gene
 - (b) at least one Pax protein or/and
 - (c) at least one antibody against a Pax protein or
a derivative thereof.

Fig. 1



1

2

3

4

15

5

6

16

7

8

56

208 Pax - 1

208 Un

208 CMV

3T3 Pax - 1

3T3 Un

3T3 CMV

3T3 Pax - 2

3T3 CMV

208 CMV

208 Pax - 2

208 Pax - 3

208 CMV

3T3 Pax - 3

3T3 CMV

208 CMV

208 Pax - 6

3T3 CMV

3T3 Pax - 6

Fig. 2